

**QUATTRO MEMORIE
CONTENUTE NEL
TOMO PRIMO,
SECONDO E TERZO
DEGLI ATTI...**

Giuseppe Morosi



QUATTRO MEMORIE

CONTENUTE

NEL TOMO PRIMO, SECONDO E TERZO

DEGLI ATTI DELL' IMP. REGIO ISTITUTO

DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI IN MILANO

DEL

CAV. GIUSEPPE MOROSI

IMPERIALE REGIO MECCANICO

MEMBRO DEL SULLODATO CORPO SCIENTIFICO

E DI ALTRE SIMILI ACCADEMIE.



MILANO

DALL' IMP. REGIA STAMPERIA

1823.

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

CONFIDENTIAL

DI UN NUOVO FENOMENO

OSSERVATO

NELL'URTO DELL'ACQUA.

ALLORQUANDO mi fo a considerare i diversi risultamenti delle sperienze eseguite dai più valenti fisici per rilevare la forza dell'urto dell'acqua, e le varie massime che questi emessero su tale materia, sono costretto a credere che essi non abbiano nel miglior modo operato, o che per piccole ed inattese circostanze l'acqua produca diversissimi fenomeni; dal che avviene essere l'idraulica tuttora mancante di alcune cognizioni, che devonsi riguardare come principali per la sua dottrina. Vedasi ciò che ne dicono i più sublimi geometri (*), e fra questi il celeberrimo Lagrange, il quale non dubita di confessare che

(*) Le sperienze ed i calcoli degli Accademici di Parigi riferiti dal Duhamel, quelli del Mariotte, del Gravesande e di Eulero dimostrano che l'urto di una vena d'acqua è eguale al peso di una colonna dello stesso fluido, la quale ha per base l'area dell'ampiezza del foro, e per altezza quella che compete alla velocità con cui sgorga dal vaso. Mentre quelli del Bernaoulli, di Krafft e del Michelotti fanno vedere che quest'urto non è altrimenti uguale al peso della descritta colonna, ma bensì a quello di due delle stesse colonne.

D'Alembert, Bossut ed altri assicurano colle

loro esperienze che il medesimo urto non è certamente uguale al peso delle due indicate colonne, ma bensì alquanto minore di esse.

Il De Lagrange non persuaso di queste massime istituì sullo stesso oggetto la sua particolare dottrina.

Il chiarissimo signor abate Zuliani ha con diligentissimi esperimenti mostrato alcune ragioni che possono aver dato luogo a questa diversità di massime, e nell'istesso tempo ci ha riferito le risultanze diverse che anch'egli ottenne dallo sperimentare su questo medesimo oggetto.

la teorica dell'urto dei fluidi presenta sì diversi risultamenti quanto grande è la diversità delle ipotesi sulle quali si appoggia; la qual teorica, rigorosamente parlando, *non è, nè lo sarà per gran tempo ancora*, che un oggetto di pura speculazione, a motivo che non si conoscono o non si possono determinare esattamente i moti tutti tali quali succedono nelle particelle del fluido.

Siccome è dimostrato che il peso esprime la spinta dell'acqua può esprimere ancora l'urto di essa, per conseguenza si è immaginato di stimarne lo sforzo col far urtare sul bacino o piastra di una bilancia la vena fluida che vuolsi sperimentare, equilibrandolo contemporaneamente con tanto peso quanto ne è necessario.

Ma di quali svariati risultamenti non può esser causa questo strumento, specialmente se trattasi di riconoscere urti prodotti da vene fluide provenienti da colonne di non piccole altezze? Per quanto sensibile si faccia, esso non può indicare le più minime differenze dell'azione di quella vena la quale varia sovente per moltissime ignote cagioni; d'altronde i suoi bracci sono sempre flessibili, e per poco che lascino piegare da qualche banda l'indicata piastra, o che il piano di essa non sia stato posto perfettamente ad angolo retto colla direzione del getto, l'urto si decompone, e lo sforzo di questo comparisce minore del vero. E se sopra i risultamenti di tale esperienza si fonderanno delle teoriche generali da servire poi a dei fatti in grande, di quanto non potrà aumentarsi il piccolissimo errore in quella avvenuto, e sfuggito dai sensi dello sperimentatore o per causa della stessa sua piccolezza, o dell'imperfezione inerente allo stromento medesimo? Altre cose ancora variano più o meno i risultamenti di queste esperienze, le quali parmi che non sieno state attese, nè valutate da quei valentissimi fisici. Per esempio la diversa grandezza dell'indicata piastra quanto influisce sull'effetto dell'urto dell'acqua! Il dottissimo abate Zuliani lo ha fatto chiaramente vedere con replicate prove, perciò non vi è bisogno che io ne adduca delle altre. Il medesimo ha rimarcato che perfino la diversa materia, della quale può essere composta questa piastra, fa sì che l'acqua urtandovi contro produca maggiore o minor effetto; inoltre che col situare la detta piastra a diverse

distanze dall' orifizio della vena, e col variare anche di poco la lunghezza dei condotti o la configurazione dei fori si hanno diversissimi risultamenti (*). Alle quali cose io poi aggiungo che variandosi anche la configurazione della superficie della stessa piastra, si varia sommamente il conato che l' acqua esercita contro di essa, ed in prova di questa proposizione sottopongo al savio giudizio della Classe il seguente curioso fenomeno, che forma il soggetto della presente Memoria.

Si crede generalmente che le molecole dell' acqua comunichino il loro moto ad un corpo qualunque urtandolo l' una dopo l' altra senza quasi toccarsi mai o premersi fra loro, sia avanti l' urto, sia dopo l' urto ancora; ma il fatto che mi pongo a narrare mostrerà quali dubbj nascano su questa massima, volendocene rendere ragione cogli stessi suoi principj. Prima però di entrare in tale materia mi occorre far precedere una breve istoria della circostanza che mi condusse a scoprire il detto fenomeno.

Quando dal Governo fui incumbenzato di erigere in questa città la nuova fabbrica dei tabacchi, mi venne assegnata la quantità e caduta d' acqua della quale doveva prevalermi per mettere in attività un determinato numero di macchine. Per assicurare l' esito delle mie operazioni credei prudente cosa lo sperimentare appositamente l' urto di quell' acqua. Costrussi pertanto un apparecchio idraulico composto della solita bilancia a bracci uguali, e di un recipiente dell' altezza di piedi dieci parigini. Dal fulcro di questa bilancia feci scendere perpendicolarmente all' asta un raggio di ferro, il quale era unito con due tiranti ai bracci di essa (*V. Tav. I, fig. I*). All' estremità di questo fissai stabilmente la solita piastra, contro della quale doveva urtare la vena d' acqua. Nella facciata dell' indicato recipiente eseguii vicino alla base un foro rettangolare di quattro pollici di lato, nel quale adattai un condotto piramidale che avea per base l' area di esso foro, e per apice la sezione trasversale di un pollice di lato. Situai verticalmente la detta piastra avanti questo condotto, e precisamente in quello spazio in cui la vena si contrae. Feci entrare l' acqua nel recipiente, e procurando che si mantenesse costante nove piedi sopra il detto

(*) V. Saggi scientifici e letterarj dell' Accademia di Padova, tomo III, parte I.

foro (perchè tale era la caduta della quale doveva servirmi) principiai l'esperimento.

Allora l'acqua sgorgando da quel condotto, e percotendo perpendicolarmente il piano della stessa piastra, fu capace di sostenere un peso di *libbre nove e once dodici di Milano* attaccato al braccio orizzontale che gli faceva contrasto. Tale peso corrispondeva prossimamente a quello che le teoriche più comunemente ricevute indicavano. Osservai però che quest' acqua dopo l'urto scorreva sulla superficie della detta piastra con tale velocità, che quasi potevasi credere non avere essa perduto nella percossa alcuna porzione della sua primiera energia; poichè se ciò non fosse stato, priva di moto, avrebbe tosto dovuto cadere, e non altrimenti schizzare in ogni intorno come faceva. Da questa semplicissima e giusta riflessione dedussi che se quel moto che andava così disperso avessi potuto accumularlo tutto sulla bilancia, maggior effetto avrei ottenuto da esso, e maggiore per conseguenza di quello che per la teorica doveva attendermi, la quale non ha mai preso a considerare il moto di quell' acqua fuggente, nè mai lo ha assoggettato alle sue idrauliche leggi.

Ma qual mezzo poteva esservi per conseguire questo intento? Sembravami, secondo le massime ricevute, che una porzione del primo urto sarebbe stata diminuita o distrutta se avessi opposto a quell' acqua un secondo ostacolo, e se l' avessi costretta ad urtare in una direzione diversa da quella nella quale la piastra movevasi. Non ostante, per quella curiosità che talvolta spinge a tentar cose nelle quali non si ha piena fiducia di riuscire, risolsi vedere ciò che succedeva operando in tal guisa.

Attaccai intorno alla detta piastra un bordo di latta che per sei linee circa del piede di Parigi si alzava sul piano di essa, e tutta ne racchiudeva la superficie. Disposto poscia il rimanente come nel primo esperimento, feci di nuovo aprire la stessa vena (*Tav. I, fig. II*).

Restai allora sommamente meravigliato nel vedere che quell' acqua, la quale prima sosteneva appena le indicate *nove libbre*, per questa semplicissima aggiunta, *venti* ne sosteneva. Dubitando della realtà del fenomeno, più volte ne ripetei l'esperimento, e sempre coll' istesso successo.

Per confrontare poi coll' altro mezzo i risultamenti che io otteneva per questo dallo sforzo delle colonne fluide di altezze diverse era necessario intraprendere una serie di comparative esperienze. Tre solè potei effettuarne, le quali ho qui compilate in forma di tabella.

Area della sezione trasversale della vena fluida. Pollici 1 quadrato.			
Esperimento	Altezza della colonna d'acqua.	Pesi sostenuti con piastra senza bordo.	Pesi sostenuti con piastra col bordo.
N.º 1	Piedi 6	Libbre 5	Libbre 11
» 2	» 8	» 7	» 15
» 3	» 10	» 9	» 20

Dal che risulta essere i pesi sostenuti colla piastra senza il bordo come la serie dei numeri 5, 7, 9: quella dei pesi sostenuti col bordo come 11, 15, 20, essendo le altezze 6, 8, 10.

Stando dunque all' opinione generalmente ricevuta, cioè che la forza dell' urto dell' acqua sia in ragione composta delle basi delle colonne e della doppia altezza di esse (alla quale opinione corrisponde prossimamente la serie dei pesi 5, 7, 9), l' effetto da me riscontrato colla piastra contornata del bordo trovasi maggiore del doppio di quello che questa massima ritiene; per il che dunque parmi si possa concludere quanto dissi di sopra, cioè che il mezzo dai fisici adoperato per rintracciare le leggi generali dell' urto dell' acqua non è il più atto all' uopo, perchè vale a mostrare soltanto una parte dell' effetto del quale quel fluido può essere capace urtandovi contro.

Volendoci poi rendere plausibile ragione della causa di questo fenomeno, osserviamo, 1.º che una vena fluida rettangolare urtando perpendicolarmente un piano forma su di esso un prisma, il cui apice è rivolto verso il foro dal quale sgorga; 2.º che i lati di questo prisma si curvano indentro quanto più si avvicinano alla base di esso.

Suppongasì per un istante che l'interno di questo prisma sia formato da un solido; è certo che l'acqua, la quale sopra vi scorre, si decompone nel moto per la curvità dei lati, e conseguentemente lo sforzo che le molecole eserciterebbero contro il detto piano, quando andassero a percuoterlo perpendicolarmente, resta diminuito dalla deviazione di quei medesimi lati.

Ora vediamo cosa succede se sull'istesso piano si attacchi un bordo che contorni la base del detto prisma. Scorrendo l'acqua su questo, se essa venga arrestata dal bordo medesimo, tutte le molecole che si muovono in quella direzione parmi che sieno pure dall'istessa causa ritardate nel loro movimento, e che poggiando le une sopra le altre esercitino così contemporaneamente il loro conato contro il detto bordo, e per conseguenza anche contro l'indicato piano.

In quella guisa appunto che se una serie di palle cade liberamente giù per un canale concavo-curvato, la direzione della loro gravità resta decomposta dalla curvatura di esso; e se per caso avviene che la prima incontri un ostacolo pel quale debba nell'istante arrestarsi, le altre che immediatamente la seguono poggiano su di essa, ed il fondo di quel canale resta da tutte contemporaneamente pigiato (*).

Mi si ricercherà forse come avvenga che i fili d'acqua composti di tante pallottoline levigatissime ed indipendenti fra loro nell'istante che si toccano non isdruciolino confusamente, e se ne disperda la forza. Alla qual cosa rispondo primieramente che io non le reputo del tutto indipendenti, come si asserisce da quasi tutti i fisici, ma riunite da una forza di coesione considerevolissima: secondariamente che la forza concepita, la quale le dirige ad urtare il detto piano, anch'essa le costringe a sostenersi reciprocamente ed a formare, per così dire, un solido per quell'istante che impiegano a percorrere l'indicato prisma curvilineo.

Da tutto ciò apparisce dunque poter essere causa dell'indicato meraviglioso aumento di forza della descritta vena ogni ostacolo che

(*) Anche la decomposizione della forza che l'acqua esercita contro la piastrina può essere forse considerata come un elemento della cagione che produce l'indicato fenomeno, riflettendo

che detta forza nell'urto si risolve sempre in tante forze quante sono le direzioni che la stessa acqua prende dopo di avere urtato. Ciò merita però profondo esame.

l'acqua incontra sul piano contro del quale urta, purchè i fili di essa trovino ove appoggiarsi stabilmente. Come appunto avviene se impugnandosi un mazzo di sottilissime verghe vadasi con esse ad urtare perpendicolarmente un levigatissimo piano, tosto si piegano in quell'urto e divergenti strisciano sulla superficie di esso facendogli provare soltanto una parte della forza che le spinge. Ma se di tratto in tratto incontrano degli ostacoli che ne deviano nuovamente la direzione, o che sieno capaci di trattenerle in corso, allora puntando contro di essi esercitano molto maggiore sforzo sullo stesso piano. Tale spiegazione può forse convenire ancora a rendere ragione perchè il conato di una vena si manifesti maggiore allorchando essa percuote una piastra di ferro, che una di legno, come il chiarissimo signor abate Zuliani ha diligentemente osservato. Le proprietà chimiche dell'acqua probabilmente impediscono ch'essa scorra sì liberamente sul ferro come fa sopra il legno, ed in tal caso lo strato a contatto venendo trattenuto in corso, deve far sì che tutta la massa, specialmente se piccola, eserciti contro il ferro maggiore conato che contro il legno.

A qualcuno forse cadrà in dubbio che l'aumento di quel conato prodotto sia dal peso di una quantità d'acqua che resta chiusa nel bordo della medesima piastra; ma se esso rammenterà che negli sperimenti suddetti fu questa collocata sempre verticalmente in faccia al foro da cui la vena sgorgava, vedrà che ivi non può restare porzione alcuna capace di produrre il minimo sensibile effetto. Per allontanare poi maggiormente ogni dubbio su questo proposito giovi l'accennargli di avere in qualche circostanza tolto via la parte inferiore di detto bordo, la sola su cui poteva restare l'acqua dopo l'urto, e che non ostante comparve lo stesso fenomeno, sebbene diminuito un poco, come doveva seguire mancando una parte della cagione che lo produceva.

Dal complesso di queste osservazioni trassi il vantaggio che la stessa quantità d'acqua assegnatami potesse servire a mettere in attività nella indicata fabbrica maggior numero di macchine di quello che mi era stato prescritto. Per tale oggetto immaginai di costruire le ruote ad acqua sull'istesso principio della suddetta piastra col bordo. Esse sono del genere dei ritrecini, cioè girano orizzontalmente, ma hanno le pale

chiusa fra due sponde come le ruote a cassette verticali. Sulla metà della superficie interna di queste pale è attaccato trasversalmente un pezzo d'asse che vi forma un risalto dell'altezza di due pollici circa. I canali che a questa conducono l'acqua sono piramidali e chiusi da ogni lato, solidamente fissati al fianco della gora e nel più basso di essa. Sono situati perciò orizzontalmente, e la loro direzione è tangenziale alla periferia delle stesse ruote. Nella sponda inferiore di esse fui costretto a lasciare delle aperture per dar luogo all'acqua di uscire tostochè aveva urtato le pale. La bocca d'ogni canale è contenuta fra le dette sponde in modo che l'acqua non si devia da esse, e nell'atto d'urtare tutta trovasi chiusa nelle rispettive ruote, talmente che su di ogni parte poggiando le spinge con tutta l'energia della forza della quale è capace (*).

Per dare un'idea di quanto l'acqua aumenti in effetto agendo su queste ruote, riporterò un fatto che merita di essere a tal proposito notato. Ultimata che fu la fabbrica suddetta, dovetti portarmi in Francia ed in Olanda per farvi alcune osservazioni tecnologiche. Durante la mia assenza da Milano qualcuno volle sperimentare se era possibile d'impiegare ancora minore quantità d'acqua per far muovere le dette ruote di quella ch'io vi aveva impiegata.

La principale operazione fu di togliere i risalti alle pale e di levar via la loro sponda inferiore perchè l'acqua urtasse sulla superficie piana di esse. Ciò fatto, tentò di porle nuovamente in moto, ma inutile fu ogni sua cura. Nè supponendo mai che nella semplicissima costruzione di quei risalti e fascia esistesse la cagione di tanto effetto, dovetti abbandonare l'impresa, e lasciare quelle macchine per molto tempo inoperose. Tosto che fui tornato dal mio viaggio ebbi l'incumbenza di rimetterle nello stato primiero, nel quale, come ognun può vedere, anche oggi si trovano.

Partecipo alla Classe queste mie osservazioni degne sicuramente della di lei attenzione, dalle quali la meccanica può ritrarre sommi vantaggi, e l'idrodinamica dei lumi per ingrandire e perfezionare la sua dottrina, forse oggi fondata sopra troppo piccole e troppo limitate esperienze.

(*) Pare che anche gli antichi avessero trovato un maggior utile effetto nel far urtare l'acqua sulle superficie concave in vece che sulle piane, poichè si osserva essere i loro ritrecini (come tuttora in alcuni luoghi si

pratica) composti di pale scavate a guisa di cucchiajo. Essi però non avevano rimarcato che sarebbe stato sommamente più vantaggioso il costruirle con un hordo che facesse squadra colla superficie urtata.

Tab. I

Fig. 1

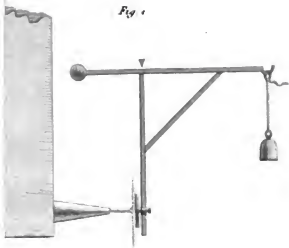
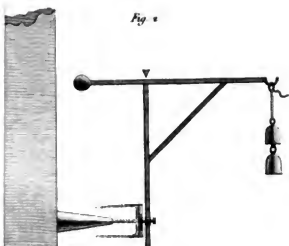


Fig. 2



CONTINUAZIONE DELLE SPERIENZE

SULL' URTO DELL' ACQUA.

Non è gran tempo che in una delle nostre scientifiche adunanze ebbi l'onore di palesarvi, chiarissimi colleghi, alcune mie investigazioni sull'urto dell'acqua tendenti principalmente a rilevare il modo di accrescerne l'azione sulle macchine. Vi partecipai allora quanto a tal proposito avevo scoperto, cioè, che apponendosi un bordo al piano contro del quale vada perpendicolarmente ad urtare una vena fluida rettangolare orizzontale, questa esercita molto maggiore conato sullo stesso piano di quello che vi eserciterebbe se fosse privo dell'indicato bordo.

Vi osservai ancora che la detta vena urtando il medesimo piano forma su di esso un prisma d'acqua, il cui apice sta rivolto verso il foro dal quale sgorga.

Inoltre che i lati di questo prisma si curvano indentro quanto più si avvicinano alla base di esso; per la qual cosa l'acqua che vi batte sopra si decompone nell'urto e fugge parallelamente alla superficie del piano medesimo.

Essendomi piaciuto poi di rendere qualche ragione della maggiore attività che l'acqua spiega per causa di questo bordo, dissi: che quando il piano ne è privo, essa dopo di averlo direttamente percosso non

vi esercita più alcun conato, perchè decomposta scorre sulla di lui superficie senza premerlo. Al contrario quando è di quel bordo guernito, le molecole aquee urtanti non possono più liberamente scappare, come facevano prima, sì perchè sono da quell'ostacolo ritenute, sì perchè vi perdono una parte della loro velocità urtandolo; ond'è che quelle le quali di mano in mano fluiscono sulla superficie del detto piano trattenute in corso dalle antecedenti, trattengono pure le altre che scendono giù pei lati dell'indicato prisma, le quali per essere più di tutte velocitate premendosi l'una l'altra contemporaneamente spingono tutto ciò che loro osta, e per conseguenza l'indicato piano.

Per rendere più chiaro questo ragionamento parvemi di potere opportunamente citare l'effetto che produce una serie di palle a contatto fra loro e rotolanti giù per un canale curvato; alla prima delle quali se si opponga un ostacolo, per cui debba istantaneamente arrestarsi, il fondo di esso viene da tutte contemporaneamente pigiato; o sì vero se impugnandosi un mazzo di sottilissime verghe, si vada con esse ad urtare un levigatissimo piano, tosto si piegano in quell'urto, e divergenti strisciano su di esso, esercitandovi contro una porzione soltanto della forza che le spinge. Ma se per caso incontrano su quella superficie degli ostacoli che per superarli debbano maggiormente curvarsi, allora il conato di esse sullo stesso piano diviene molto maggiore.

Queste spiegazioni sebbene in qualche modo mostrino la causa che produce quel fenomeno, non ostante sono puramente ipotetiche; di maniera che non potrebbero essere ammesse dai fisici, se esperienze incontrastabili non concorressero a provarle.

Doveva pertanto intraprendere con premura la ricerca di queste cognizioni, e dopo averne ritrovate alcune, doveva esporle al purgatissimo giudizio di così dotta adunanza, tanto per darle segno di vera devozione, quanto per ottenere il di lei suffragio in sì scabrosa materia.

Il fine principale delle mie investigazioni era dunque di conoscere se le molecole d'una vena fluida urtante un piano incalzandosi con somma velocità si premano successivamente, ed esercitino così nel medesimo istante una parte della loro azione sullo stesso piano prima di essere pervenute a toccarlo.

Il problema per vero dire è alquanto delicato e difficile; ma i fatti che sono per narrarvi, o signori, ho lusinga che giustamente servano a risolverlo.

La prima operazione che feci per questi tentativi fu di riscontrare il peso di un pollice cubico d'acqua comune, il quale dopo ogni usata accuratezza lo trovai corrispondente a libbre 0,0250 del nostro nuovo sistema metrico (*).

Misurai poscia esattamente l'altezza della colonna soprincumbente all'orifizio rettangolare della vena della quale voleva servirmi, e vidi che questa corrispondeva a pollici parigini 52, i quali moltiplicati per l'area del detto orifizio avente un pollice di lato formavano pollici cubici 52, equivalenti al peso di libbre 1,3000.

Disposto intanto l'apparecchio idraulico, come aveva fatto per le esperienze nell'antecedente Memoria descritte, parvemi necessaria cosa il ripetere queste tanto per confermarne i risultamenti, quanto per confrontarli con quelli che avrei ottenuto dagli sperimenti seguenti. A tale oggetto dunque avendo situata la solita bilancia avanti l'orifizio dell'accennata vena (*Tav. I, fig. 1*), feci sì che questa liberamente sgorgando ne urtasse ad angolo retto il piano della piastrina, la quale per essere priva del noto bordo diè mezzo a detta vena di sostenere col suo conato soltanto libbre 2,5000, ciò che prossimamente corrispondeva (come vedesi) alla doppia altezza della soprincumbente colonna ed alla massima quasi generalmente accolta, e da Bernoulli e da altri dimostrata, qual è: *che i conati delle vene fluide urtanti i piani sieno in ragione dell'area dei fori e della doppia altezza delle colonne a queste soprincumbenti.*

Indi aggiunsi il bordo alla medesima piastra, e rimesso il tutto nelle stesse circostanze, apersi la vena. Allora questa trovando più saldo appoggio in quell'ostacolo fu capace di sostenere libbre 4,5000, vale a dire quasi il doppio di quanto aveva nel precedente sperimento sostenuto (*fig. 2*).

(*) I pesi del nostro sistema metrico sono: Il grosso.
La libbra o chilogramma. Il denaro.
L'oncia. Il grano.

In questo mentre osservai per altro che l'acqua dopo avere urtato nel detto bordo fuggiva ancora in senso contrario alla direzione della vena con molta velocità; dal che inferii essere essa capace nuovamente di molto effetto, se tutto quel residuo moto fossi riuscito a raccoglierlo sulla piastrina medesima. Mi lusingai di poterlo fare attaccando un secondo bordo al primo, come vedesi nella *Tav. I, fig. 3*; ma aperta la vena, essa non sostenne più di libbre 3,5000.

Poco vi voleva a rilevare sul fatto la cagione di tale minoramento di forza, poichè osservandosi l'acqua dopo la percossa contro quest' ultimo ostacolo, vedevasi che tutta si scagliava attraverso la detta vena e ne alterava l'impeto primitivo. Conchiusi pertanto che a malgrado di questo terzo ostacolo essa non vi aveva perduto tutta la sua energia, e che conveniva aggiungerne un altro, il quale oltre al trattenerla di più in corso avesse impedita ancora che non andasse ad urtare la stessa vena come precedentemente faceva.

Attaccai dunque all'estremità del terzo questo nuovo bordo secondochè la *fig. 4* chiaramente dimostra, e rimessa la bilancia nella solita posizione apersi la vena, la quale per l'indicata aggiunta sostenne di nuovo libbre 4,1050. Ciò mostrommi che il conato di essa non era punto cresciuto, ma bensì un pochetto diminuito, e che la causa ne era la medesima acqua, la quale dopo avere urtato e riurtato in tutti gl' indicati ostacoli, conservava tuttavia tale e tanta velocità da rompere il corso a quella che di mano in mano succedeva.

Dovetti pensare allora ad altro mezzo per allontanare sì grande inconveniente, disponendo gli stessi ostacoli in modo da non condurre mai la corrente dell'acqua ad intersecarsi, ma soltanto a perdere a poco a poco la sua velocità urtandoli.

In fatti dopo varj tentativi mi riuscì combinare l'apparecchio che mi accingo a descrivere, quale per maggiore chiarezza viene espresso anche dalla *fig. 5*.

Siccome l'intenzione mia era di fare sì che l'acqua fluente della vena tante volte e tante percuotesse la piastrina della bilancia finchè avesse estinto in essa tutto il suo moto, perciò congegnai due piani in modo che uno riflettesse l'acqua sull'altro quali vedonsi accennati

dalle lettere *A, B*, diversi fra loro in grandezza e contornati ciascuno da apposito bordo *E, F*. Il più grande *A* è destinato a sostenere l'impeto primitivo della vena, ed a tenere luogo dell'indicata piastretta; il minore *B* a stare fissato stabilmente sul cannello piramidale da cui sgorga la stessa vena, al quale oggetto vedesene il mezzo trasversalmente forato.

Nell' area del più grande costrussi un altro bordo *C, C*, la superficie esterna del quale è circolarmente conformata, mentre l' interna è perfettamente diritta.

Anche sull' area del piano *B* attaccai un simil bordo *D, D*, la superficie curvata del quale estendesi fuio all' estremità del sopra mentovato cannello.

Ciò fatto, fermai il primo al braccio della solita bilancia, ed infilai il secondo sullo stesso cannello. Finalmente situato l' uno dall' altro distante due pollici circa, apersi l' adito all' indicata vena. Allora l' acqua urtando il piano *A* fra le pareti diritte del bordo *C, C*, veniva da queste direttamente riflettuta sulle pareti curvate del bordo *D*, e lungo queste violentemente scorrendo giungeva al bordo *E, E*, dal quale deviata dirigevasi contro lo stesso piano *A*, battendo sulla superficie curva del bordo *C, C*. Indi giunta al bordo *F, F*, essendo da questo nuovamente deviata, finiva per sortire d' azione scorrendo parallelamente ad esse, e conservando sempre una dose della primiera sua velocità.

In tal guisa agendo quest' acqua sulla bilancia, fu capace di sostenere il peso di libbre 8,3000, cioè quattro volte più di quello che le teoriche insegnano, e di più anche avrebbe sostenuto se fossi riuscito ad aumentarle gli ostacoli, ed accrescerne le andate e tornate senza tema di alterarne troppo il movimento.

Con quale induzione dunque si può spiegare che l' acqua della vena andando e ritornando da un piano all' altro non sostenuta in aria da alcun mezzo meccanico, dopo avere ripiegato per sei volte in direzioni diverse ed opposte, in fine abbia conservato ancora non poca dose della sua primitiva velocità? Come spiegare il riferito maraviglioso effetto dell' impeto dell' acqua se fra le molecole sue non si ammetta

una virtù impellente che continuamente le animi ovunque si trovano, per cui malgrado la lunga serie degli ostacoli opposti ad esse difficilmente giungasi a distruggere tutto il loro moto? E se questa virtù animatrice ammettesi, quale può essere se non se quella che ha sede nello sgorgare della vena? E se essa continuamente spinga le dette molecole, perchè nell'atto in cui le prime incontrano l'ostacolo e che sono da essa trattenuate, le sopravvenienti animate ancora di tutta la primiera energia non poggeranno su quelle, e le premeranno come farebbero all'ostacolo medesimo?

Qui le obiezioni sono manifeste. Primo perchè non è possibile mai che quelle molecole per la loro tenuità, levigatezza e indipendenza reciproca si urtino ed esercitino successivamente un conato nel modo che ho descritto. Secondo essendo divisibilissime e facilissime a scomporsi nel moto, non contenute da alcun mezzo, sdruciolano le une sulle altre senza provare alcun sensibile contrasto.

Ma che mi si risponderà se io mostrerò con fatti che queste molecole ben lungi dall'essere libere, sciolte ed indipendenti fra loro, sono al contrario legate, unite ed aderenti oltre ogni credere? Ma di questi essendomi prefisso parlare in fine della presente Memoria, li lascio ora da parte per riprenderne il discorso a migliore opportunità.

Intanto seguitando la narrazione degli sperimenti direttamente eseguiti per comprovarmi la supposta successiva pressione delle particelle aquee di una vena fluida urtante un ostacolo dirò: che non contento di quanto aveva dai già riferiti ottenuto, altri ne istituii al parer mio più convincenti ancora.

Piacquemi pel primo di rilevare, se equilibrata la bilancia collo sforzo della vena urtante la piastretta ad un sol bordo, essa mostrasse aumento di sforzo allorchè all'acqua refluenta presentassi un ostacolo qualunque.

Accomodai pertanto questa bilancia avanti l'orificio della vena come la *Tav. I, fig. 6* precisamente esprime. Nell'istesso tempo infilai il cannello di essa in un' assicella piana da potersi accostare e scostare a volontà dall' indicata piastretta. Indi lasciando sgorgare liberamente l'acqua contro la medesima, ne equilibrai il conato. Questa contenuta dal

bordo risuiva in direzione contraria a quella che aveva prima. Allora opposta a quell'acqua refluenta la mentovata assicella; vidi che la bilancia si scostava da essa. Esaminata tosto la differenza del conato; trovai che questo erasi accresciuto di sette onçe, cioè della sesta parte circa del peso totale occorso per equilibrarlo prima. Lasciatolo poi e tolta via l'assicella, videsi la bilancia urtare colla piastretta contro l'orifizio della vena e chiuderne l'uscita.

Nè in questo caso sussiste il dubbio che l'acqua ripercossa dall'assicella refluisse sulla piastretta, poichè la medesima assicella essendo priva del bordo lasciava che quell'acqua liberamente fuggisse lungo la sua superficie.

Il secondo esperimento che mi proposi fu di conoscere se presentando ostacoli diversamente inclinati alla direzione di quest'acqua, si ottenevano conati sulla bilancia proporzionali a tali inclinazioni.

In fatti riequilibrata la medesima collo sforzo dell'acqua urtante la piastretta e l'assicella, vidi con soddisfazione che in qualunque senso inclinassi questa, purchè non fosse più perpendicolarmente percossa, tosto l'equilibrio rompevasi per la diminuzione dello sforzo dell'acqua. Vedasi la *Tav. I, fig. 7.*

In più e diversi modi, che non descriverò per brevità, tentai la stessa cosa, e sempre collo stesso successo; ma l'ultimo fu quello di vedere se colla detta assicella battendo contro l'acqua refluenta della piastretta, la bilancia equilibrata si muovesse, il che succedendo mi avrebbe comprovato il contatto tra molecola e molecola, più l'azione successiva di una sull'altra sebbene scorrevoli liberamente per l'aria. L'effetto di quel movimento successe appunto come me l'era immaginato. Spingendo violentemente avanti, e ritirando indietro quell'assicella sebbene lontana dalla bilancia per tre pollici circa, questa concepiva un moto oscillatorio come se fosse stata direttamente urtata. Ciò parmi manifestamente provare che a malgrado dell'affluenza delle molecole aquee verso la medesima assicella, esse comunicano alla bilancia il moto impresso loro, sì perchè trovansi a contatto per un certo spazio di luogo, sì perchè toccandosi agiscono le une sopra le altre, e successivamente si comunicano il movimento ricevuto.

Mediante questi fatti credo di avere in qualche modo appoggiato la spiegazione che nell' antecedente Memoria ho dato del fenomeno da me scoperto sull' urto dell' acqua; ma qualora altre ragioni occorressero per vie più raffermarla, i seguenti curiosi esperimenti forse serviranno all' uopo, quantunque fondati sopra una base diversa dai già descritti.

La maggior parte dei fisici sogliono considerare l' acqua composta di un aggregato di levigatissime pallottoline libere e indipendenti che scagliate contro qualche ostacolo una dopo l' altra, lo vanno ad urtare coll' impeto prodotto dalla loro massa e dalla loro velocità.

Sebbene tra gli altri il signor Bossut nel formare il suo trattato d'idrodinamica non si mostrasse pienamente pago di questa massima, perchè non gli sembrava corrispondere in certi casi all' effetto che l' urto dell' acqua produce, pure per mancanza di prove in contrario dovette anch' egli adottarla, e sopra di essa fondare le sue istituzioni.

Ora dunque mi lusingo di potere produrre alcuna di queste prove, e di mostrare, o signori, che le molecole aquee (come poco fa vi accennai) essendo a contatto non restano libere e indipendenti, ma bensì reciprocamente, scambievolmente attaccate e somminamente aderenti fra loro, di modo che non dobbiamo maravigliarci se in qualche circostanza vediamo produrre all' acqua degli effetti che per la ricevuta massima non sembrano propri della sua natura. I seguenti esperimenti mostreranno se io abbia o no colpito nel segno che ho preso di mira.

Si sturi la bocca d' un cannello alquanto piramidale, da cui sgorga l' acqua velocitata da una colonna soprincumbente di sei piedi almeno d' altezza.

Questa vena comparirà tosto presso all' orifizio quasi priva di moto e trasparente come una bacchetta di cristallo, se l' acqua sia limpida, ed il cannello ben fatto. In questo tratto di luogo adagio adagio si accosti ad essa una lama di coltello un pochetto inclinata alla sua direzione. Appena che le due superficie si toccano, vedesi la vena piegare tutta sull' opposta parte, poco o nulla alterandosi nella propria configurazione (*Tav. II, fig. 1*).

Ciò prova dunque che quelle particelle le quali hanno urtato contro la superficie dell'indicata lama, deviate dal loro retto cammino pigliano quelle che hanno accanto, e queste le altre, finchè tutte si sieno incamminate nella nuova direzione a cui la stessa lama le obbliga.

Con tale esperimento parmi che resti provata l'azione fisica di una sull'altra delle molecole aquee, sebbene fluenti liberamente per l'aria, nè sostenute da alcun artificiale istrumento.

Ora passiamo a vedere quanto sieno fra loro unite ed aderenti. Veramente sonovi alcuni idraulici, i quali a malgrado della sovrindicata massima hanno ammesso un qualche piccolo principio d'aderenza tra le dette molecole; ed il chiarissimo signor Prony ne parla anche egli nella sua nuova Architettura idraulica, ma in modo da non doversene far conto.

L'esperimento che sono per descrivere mostrerà, cred'io, quanto questa aderenza sia riflessibile, e quale effetto produca.

Se alla stessa vena in luogo dell'indicata lama si accosti colla solita attenzione un cilindro di legno in modo che questa appena tangenzialmente lo tocchi, tosto vedesi piegare il corpo di essa verso il cilindro senza che turbamento riflessibile apparisca fra le sue parti (*Tav. II, fig. 2*).

Di più scorrendo allora intorno a quel cilindro una porzione d'acqua che sembra da esso deviata, questa in vece di fuggire per la tangente ripiegasi immediatamente verso la vena, e seguendo il lembo di un velo aqueo fluente in aria, che si stende tra essa ed il corpo della vena medesima, finisce per riunirsi nuovamente a questa dopo avere in tal guisa trascorso non piccolo spazio. Gli uniti disegni (*fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10.*) ajuteranno l'intelligenza della descrizione di questo curioso fenomeno, il quale (per quanto so) non è stato fin qui da altri osservato.

I numeri sovrindicati rappresentano le varie configurazioni che l'acqua prende in diverse circostanze per tornare ad unirsi all'indicata vena.

Or dunque prendendo a ragionare sulla cagione dello storgimento della vena allorchando se le accosta il sovraccennato cilindro, parmi di vedere che quelle particelle le quali vengono con esso a contatto

attaccandovisi d'intorno strascini seco: quelle che hanno accanto, e queste successivamente le altre componenti la grossezza della vena, la quale resta per tal modo deviata tutta dalla sua naturale direzione. Che se ciò non seguisse come la discorro, vale a dire che tra le molecole non esistesse forza di coesione da impedirsi l'una coll'altra il diretto cammino, è certo che quelle, le quali toccano per le prime l'indicato cilindro, seguirebbero l'effetto della loro affinità col legno, mentre le altre formanti il resto della vena seguirebbero liberamente la direzione nella quale la forza proiciente le ha scagliate.

E se questa forza proiciente, come abbiamo veduto, è sì grande da produrre ragguardevoli effetti, grande pure deve essere quella che ha virtù di deviarla; dal che inferisco che in certi casi la forza di coesione delle molecole aquee può manifestarsi considerevolissima, e non essere sempre dispregevole come il rispettabilissimo signor Prony accenna.

Per l'enunciata considerazione poi si arriva ad intendere ancora come quell'acqua che scorre intorno al cilindro di legno venga nuovamente assorbita dalla vena, traendola seco a considerevole distanza, e come possa formarsi in aria quel tenuissimo velo sul cui lembo la detta acqua trascorre.

Altri sperimenti posso riferire sull'adesione delle particelle aquee, i quali sebbene io stimi superflui all'assunto mio, non sono però meno curiosi dei già descritti. Uno di questi è il seguente:

Sgorgando liberamente la sovrindicata vena, si trapassi con una lama di coltello il corpo di essa, tenendone rivolto il taglio verso l'orifizio dal quale fluisce.

Ognuno crederà forse che essa resti per tal modo divisa, e che forminsi due getti; e pure non succede così. A malgrado della separazione di quella lama le due correnti seguendo le opposte facce di essa, tostochè le hanno trascorse si piegano l'una contro l'altra finchè unite ancora formano di nuovo un getto solo. Osservisi la *Tav. II, fig. 11.*

Se poi s'inclini a destra od a sinistra la detta lama, vedesi per un certo spazio contemporaneamente piegare sulla stessa parte anche la vena senza che alterazione alcuna comparisca in essa, *fig. 12.* Ciò

chiaramente dimostra che la parte della lama costretta a divergere trae seco l'altra, e la fa divenire convergente alla primiera sua direzione.

Per poco che si seguiti ad inclinare la lama dalla stessa banda, cominciasi a vedere uno sparpagliamento d'acqua in fondo al getto che slargandosi a seconda dell'ulteriore inclinazione di essa forma una specie di spatola avente i lati più grossi della parte intermedia (Tav. II, fig. 13).

Proseguendosi ancora ad inclinare la lama, l'acqua contenuta fra questi lati assottigliasi per lo scostarsi di essi; e sebbene ridotta in sottilissimo velo, li tiene sì strettamente obbligati, che l'uno dall'altro divergere non può benchè grande sia la forza che tende a separarli. Finalmente attenuatosi in modo l'indicato velo da non resistere più a quella forza, strappasi, e nell'istante vedonsi velocissimamente scattare a destra ed a sinistra i due getti formati dall'opposizione di quella lama, come se spinti fossero da robustissima molla, fig. 14. Nè questi più si ricongiungono se prima non si rimetta la lama nella naturale direzione della vena; il che adagio adagio eseguendosi, vedesi ricomparire lo stesso velo, e poscia un tale dibattimento fra i due getti che sembra vogliano per attrazione riunirsi. Ma ciò non avviene se, come ho detto, non si ponga la lama nella direzione della vena.

Provato dunque in tal modo il contatto e l'adesione fra le molecole dell'acqua, parmi che resti conseguentemente avvalorata la proposizione, cioè *Che le molecole di una vena fluida urtante un piano si premono successivamente; e poggiando le une sulle altre esercitano il loro conato in un medesimo istante contro quel piano prima d'essere pervenute individualmente a toccarlo*; il che equivale a non doversi considerare l'acqua come corpo quasi perfettamente fluido, secondo che s'insegna, ma bensì dotato di parti fra loro molto unite ed aderenti.

Voi udiste, dottissimi signori, quali sono i mezzi che la parvità del mio ingegno seppe accozzare in conferma della spiegazione che diedi nell'antecedente Memoria sul fenomeno da me scoperto nell'urto

dell'acqua. Nè pertanto mi reputo infallibile nel mio giudizio: posso ingannarmi, ed è perciò che rassegno i fatti alla vostra profondissima perspicacia infinitamente più valevole della mia a giudicarli.

Frattanto m'ingegnerò di vedere in qual modo possa applicarsi alle macchine il mezzo pel quale abbiamo veduto produrre all'acqua il massimo effetto.

Tab. I

Fig 6

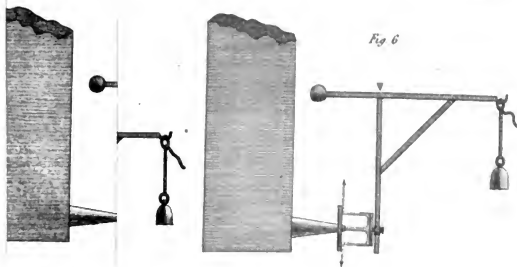
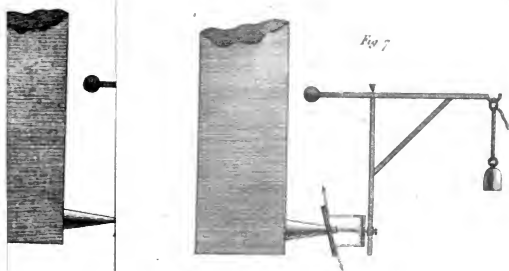
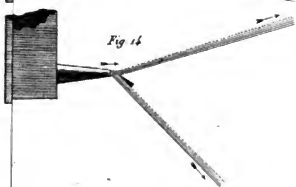
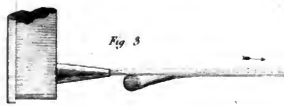


Fig 7





DEL MODO

DI

RISALDARE GETTI DI GHISA

CHE PER QUALUNQUE CAGIONE

SIENO ADDIVENUTI FESSI O ROTTI.

L'ARTE di gettare in ghisa si è a' nostri di perfezionata a segno, che non v'ha cosa per mole o per finezza di lavoro difficile che non possa essere da mano maestra con questo metallo formata. In varj paesi d'Europa, e principalmente in Inghilterra se ne sono fatte opere quanto meravigliose a vedersi, altrettanto eterne al durare. Il ponte che calvalca il fiume Seven costruito nel 1773 a Coalbrooch Dale sulla strada d'Irlanda è da nominarsi il primo fra i prodigi di quest' arte. Esso ha un arco solo, il cui vano da punta a punta dicesi essere di cento piedi e mezzo alla misura inglese, e dove maggiormente leva in alto sovrasta per cinquantasei piedi le acque basse di quel fiume. La sua larghezza di sette metri circa viene formata da cinque centine con viti e chiavarde collegate insieme, ciascuna parte delle quali pesa 5,629 chilogrammi, e tutto il ponte 3,700,556 chilogrammi, escluso il computo del lastrico ed altro materiale che posa sul medesimo.

Non meno ammirabili per altra cagione sono i getti della stessa materia, che servono a comporre le così dette *trombe a fuoco*, una delle quali, che mi occorse vedere in Francia pochi anni fa, aveva il cilindro del vapore, tutto di un pezzo, di tal grandezza, che posto

per di lungo a terra un uomo d'alta statura poteva diritto camminarvi dentro e tutta trascorrerne francamente la lunghezza, ch'era di metri quattro e mezzo. Sono frequenti i luoghi ove oggi si osservano interessantissime produzioni della stess' arte, la quale mentre dà mezzi alle meccaniche di eseguire con facilità e risparmio fatture d' incomparabile ardimento, somministra ai bisogni anche più famigliari gli occorrimenti più utili; quindi attrezzi, stoviglie, mobili, oggetti d'ornamento, vasi d'ogni genere ed un'infinità di altri oggetti necessarj ai comodi della vita.

L'utilità dell' usare tali cose ha fatto sì che anche fra noi si stabiliscano delle officine per fabbricarne, le quali sebbene vadano ancora lottando cogli ostacoli che accompagnano sempre le nuove imprese, null' ostante ci somministrano già dei lavori di qualche perfezione. Le stufe, i camminetti economici de' quali abbisogniamo tanto, i vasi ed un' infinità di altri articoli richiesti dalle arti d'ogni genere ora si costruiscono a Dongo sul lago di Como ed a Bondione nella Valle Seriana con sufficiente magistero ed a modici prezzi.

Nè qui vi sia discaro, chiarissimi signori, che di passaggio ponga ricordanza (ad onore del vero ed anche di questo Istituto) essere stato uno de' nostri colleghi, il signor Barone Isimbardi, quegli che pel primo impiantò fra noi sì util arte. Allorchè nel 1802 fummi dal Governo data incumbenza di stabilire i meccanismi che attualmente servono alla triturazione dei tabacchi, altre difficoltà non mi avvenne d'incontrare nell' eseguirli che quelle procedenti dalla mancanza delle fonderie di ferro, delle quali aveva tal necessità, che poco o nulla avrei potuto operare senza di esse.

In questa circostanza il signor Isimbardi non curando gran fatto l' opinione generalmente invalsa che la nostra ghisa liquefacendosi non pervenisse mai a quel grado di fluidità a cui giungono quelle d' oltre-monti per la formazione dei getti, diè mano alla costruzione di un ingegnoso forno fusorio che avea inventato, del quale l' anno scorso presentò chiara e distinta relazione a questo nostro Istituto. Con esso dunque fuse la ghisa, e fece varj interessantissimi esperimenti, le risultanze dei quali furono l' esecuzione esatta e perfetta dei pezzi che

mi occorrevano, consistenti in ruote stellate di gran diametro, in pezzi massicci di varie figure, in rocchetti e ruote cono-troncate, in sbarre a dentelli e simili. Così egli mostrò col fatto che si potevano formare colla nostra ghisa opere di getto sì belle e durevoli che quelle degli oltramontani.

E per addurre maggior numero di prove sull' idoneità della nostra ghisa anche per la formazione di opere di finissimo lavoro, modellò varie medaglie di sì sottile e delicato intaglio suscettibile soltanto di essere veduto col microscopio, le quali gettate di questa materia riuscirono belle e nette perfino nelle più minute cavità e rilievi che l'artefice aveva saputo col bulino in esse formare. Da ciò istruito il direttore del forno di Dongo, a cui l'amicizia del signor Isimbardi nulla avea in quelle esperienze celato, cominciò ad istigazione del medesimo a tentare qualche getto, e di lì a poco a poco ebbe origine la fonderia sì di quel luogo, che di Bondione.

Ora vengo al principale subbietto del mio discorso, che è quello di fare palese per qual modo e via io sia riuscito a saldare insieme pezzi di ghisa, e come, fatta prova dell'unione di questi, abbia trovato non potersi ottenere nè più salda, nè più tenace, nè più durevole.

La necessità di molte cose maestra suole talvolta sovvenire de' mezzi, che in altro caso nol farebbero l'ingegno e l'arte. Io che mi trovai nel dispiacevol caso di perdere per sempre alcune opere di ghisa eseguite in Francia con eletto lavoro, le quali in trasportarle si erano guastate e rotte, dovetti pensare ad ogni mezzo di ricuperarle.

Il primo mio pensiero fu di riattaccarle insieme; ma siccome la configurazione e l'uffizio loro (poichè facevano parte di ben curati e bene esatti ordigni) non permettevano soprammettiture, nè ingrossamenti di rinforzo ai siti rotti, perciò costretto fui a meditare piuttosto sul modo di saldarli a fuoco, che di operarvi d'intorno in altra guisa. Dubitava in sulle prime della riuscita di questo tentativo, poichè, a comun detto, non eranvi metalli che strutti e fatti liquidi dal calore entrassero ne' pori della ghisa e vi facessero presa, e principalmente per contenere insieme due pezzi di essa, allorchè erano separati e rotti.

Ma siccome in fatto d'arti maggiormente giova il toccare con mano, che lo starsene al detto altrui, perciò volli da me stesso osservare ciò che avveniva saldando la ghisa colle materie che comunemente adopransi per saldare gli altri metalli.

Sarebbe al certo inutile che io qui stessi a ridire in quali e quanti modi replicassi questa esperienza, ora col cambiare le materie saldanti, ora coll'alterarne le dosi, ora col prepararle in diverse guise, poichè ritirai dal fuoco i pezzi che voleva saldare sempre disgiunti e separati presso a poco come ve gli aveva posti; per lo che dovetti necessariamente convincermi essere queste materie ripugnanti e ritrose ad introdursi nelle rotture della ghisa, ed insistenti a starsene agglomerate sugli orli di esse, benchè fuse, nè volere scorrervi addentro e tutte riempierne le cavità, come avrebbero fatto in altro metallo che fossegli andato a grado. Nè più sarei riuscito a conseguire lo scopo mio se una fortunata combinazione non me ne avesse accennato il mezzo. Dipendette questo dall'osservare che sopra un fil di ferro, col quale aveva legato varj pezzi insieme per riattaccarli, era scorsa poca materia saldante, la quale toccando in qualche punto la ghisa, stava a questa aderente, ed unito teneavi pure l'involto filo. Nell'esaminare più volte si fatta cosa diceva fra me: potrebbe mai esser egli che quel pezzolino di ferro pulito e liscio servito avesse a quei metalli di mezzo onde scorrere sulla ghisa, e così, come suol dirsi avvivandola, potervi in qualche modo attaccare? Se ciò fosse, altro non dovrei per conseguire lo scopo mio che adattare nelle fessure della ghisa un simil pezzo, su cui trascorrendo la materia saldante per esso s'introducesse in quelle, e così avvicinandone le parti le collegasse insieme. Ma poichè in tali cose è ben noto essere i ragionamenti anche più chiari meritevoli di poca fede allorchè non sono dal fatto comprovati, perciò impresi tosto ad eseguire la seguente esperienza:

Fra due pezzi di ghisa bene spianati aggiustai una lama di ferro sottilmente ridotta, la quale compressi con questi in modo che quasi esattamente combaciavansi. Poscia unitavi sufficiente dose di materia saldante, composta di solo rame e zinco, dopo averla condizionata

con buon borace, posi il tutto nella fucina ad infocarsi. Allora levando placidamente il mantice, con soffio eguale a poco a poco quei pezzi arroventai; e la materia saldante divenendo liquida disposesi in globetti sulla fessura. Fatta intanto più sottile dall'intenso calore dilaguoosi, e tosto scorrendo giù di foga per l'indicata lama entrò in quella fessura, e tutte ne riempì le cavità fino alle più sottili. Ciò avvenuto, trassi subito quei pezzi dal fuoco ed esposili a raffreddare.

Restai allora contento al sommo in vedere che quella saldatura era compiutamente riuscita, e che il metallo saldante, guidato dalla lama di ferro tra pezzo e pezzo, ne aveva riempito le cavità fino alle maggiori sottigliezze, e vi si era attaccato. Doveva poscia far prova della solidità e resistenza di questa saldatura, ed a tale effetto posto il pezzo fra le ganasce d'una robustissima morsa, a colpi di ben grosso martello il percossi finchè nol vidi nuovamente rotto o sconnesso. Dalla configurazione della frattura che ne avvenne rilevai che il metallo saldante richiedeva di essere sotto altre proporzioni delle stesse materie combinato, avendolo per quel picchiare separato in due e non istaccato dalla ghisa, come presumeva che dovesse fare.

Sarebbe troppo noioso per voi, o signori, l'udire adesso in quali e quanti modi cambiassi la composizione di detto metallo, bastandovi il sapere, senz'altro dire, che la migliore sperimentata fu quella che segue.

Entro di un crogiuolo posi a fondere nove once di ottone in buona lastra di Germania. Allorchè questo divenne liquido v'infusi once tre di zinco ed il rimossi tanto, finchè ambidue conobbi essere bene mischiati insieme. Allora aggiuntovi un pezzo di allume, nuovamente mossi e rimossi quel liquido finchè sulla sua superficie non fu riunito tutto l'ossido che conteneva. Ciò avvenuto, tolsi immediatamente il crogiuolo dal fuoco, e adagio adagio piegandolo versai la materia fusa sopra una granata di stipa immersa nell'acqua fredda, e così la ridussi in minutissimi granellini. Quando poi servire mi volli di questa composizione per saldare i già accennati pezzi di ghisa, trovai necessaria cosa l'impiegarla con borace raffinato, e di unirvene circa un quarto ad ogni oncia di essa.

In tale maniera operando pervenni a riunire solidamente quei pezzi ed a recuperare quelle opere che per le rotture avvenutevi già credeva perdute.

E per rendere queste maggiormente solide ove la configurazione loro il permetteva, procurai di collegarle con dentelli di ferro incastrati a coda di rondine nei bordi di quelle rotture, facendo in tal guisa servire essi di conduttori alla materia saldante.

Tali cose passate poi per gli scalpelli e per le lime fino al necessario pulimento, rimasero altrettanto belle a vedersi, che solide e durevoli all' uffizio loro.

La tenacità dell' indicata materia è tale, che fra le molte esperienze fattene eseguii la seguente: Attaccai testa a testa due verghe quadrangolari di ghisa, interponendovi la solita lama di ferro. Postele nel fuoco coll' indicata composizione, le saldai insieme, usando le precauzioni e cure che l'arte insegna. Raffreddate che furono, ne posi l'estremità su due sostegni in modo che il mezzo restasse come suol dirsi in falso. Allora attaccato fra questi due un grosso peso, obbligaì con esso quella verga a piegarsi in mezzo e nel luogo in cui era eseguita la saldatura. Per la poca elasticità che quella verga aveva, piccola fu la curvatura che formò, talchè presto spezzossi in due, ma in luogo diverso da quello in cui era stata saldata, sebbene assai ad esso vicino.

Più volte replicai tale esperimento, pel quale finalmente mi assicurai che la tenacità di questa materia saldante era sì grande, che un pezzo qualunque con essa riunito rompevasi più volentieri in altro punto che in quello in cui era stato per l'avanti saldato.

Mentrechè dunque anco fra noi sonosi stabilite delle officine di getti di ghisa, e che già fassi comunemente uso di molti lavori con essa formati, i quali non di rado avviene che per qualche cagione si rompano, ho reputato util cosa il dare notizia di questo ritrovamento, che, per quanto so, è stato da varj inutilmente tentato, e che può essere di non piccolo vantaggio alle arti meccaniche.

DI ALCUNI SPERIMENTI

SULL'ECCITAMENTO DEL CALORICO

MEDIANTE LA CONFRICAZIONE DE' CORPI.

Ignis ubique latet, natorum amplectitur omnem;
Cuncta parit, renovat, dividit, urit, alit.

FRA le varie cose delle quali fin qui la fisica non potè discoprire la natura: o il principio annoverasi il calorico. Quest' essere (poichè in altro modo non lo saprei meglio indicare), quest' essere, che trovasi costantemente in noi, con noi ed in tutto ciò che ci tocca e circonda, è quello che, come il magnetismo, la luce, l'elettricità, il suono ed il moto, non possiamo riconoscere che ai proprj effetti. Ma forse avverrà che un giorno qualche fatto, anche impensato, squarciando il velo di sì grande mistero, chiaro mostrerà all' osservatore sagace l'origine sua, forse comune ancora all' enunciate cose, e variata soltanto in esse da circostanze diverse, o da queste soltanto modificata.

Fino dai più rimoti tempi si è sempre detto essere il calorico una risultanza del moto = *Motus causa caloris est* =; ma la moderna fisica, non trovando ragioni da sostenere tale massima, lo dichiarò un elemento dei corpi, essenzialmente frammischiato colle particelle loro.

Questa teorica, sebbene fosse da molti per qualche tempo contraddetta; finì per essere quasi generalmente accolta, nè soffrìse cambiamento alcuno finchè il valentissimo signor Rumford non la posè in dubbio colle sue valide esperienze, omai dappertutto conosciute e celebrate.

A siffatta scabrosissima materia rivolsi poco fa le mie indagini, non già per conoscerne il naturale principio, ma soltanto per trovare il modo di mettere a profitto gli effetti suoi nell'esercizio di qualche arte in cui si richieda l'uso del combustibile.

Su di questo argomento oso oggi intertenervi, chiarissimi colleghi, perchè credo interessarvi come subbietto di pubblica economia ed anche come cosa scientifica non indegna di essere conservata nei registri di questo nostro Istituto. Invoco però l'indulgenza vostra e per la difficoltà dell'argomento e per l'insufficienza mia nel trattarlo forse come voi sareste per desiderare.

Un giorno mentre stava osservando il trarre la seta dai bozzoli mi venne in capo di vedere se con altro mezzo che col bruciare di legne sarebbesi potuto scaldare l'acqua di quelle caldaje. A tale idea mi si affacciò tosto il progetto di mettere a profitto il calorico che trovasi generalmente nei corpi o sparso nell'aria. Il battifuoco pneumatico eseguito in grande e spinto da ragguardevole forza sembravami essere atto all'uopo mio. Posimi però a sperimentarne l'effetto, ma ben presto conobbi che quel meccanismo sarebbe stato di malagevole cura allorchè lo avessi eseguito in grande, e per tale cagione doversi abbandonare.

Costretto dunque a ritrovarne un altro, sullo sfregare de' corpi fissai ogni mia cura, immaginandomi che col ruotare di un corpo contro un altro avrei ottenuto la quantità di calorico che desiderava.

Ma per conseguire con più facilità un tal fine doveva conoscere prima di quali corpi avrei potuto usare sì per risparmiare forza motrice nell'eccitamento del calorico, come per ottenerne la maggiore quantità nel più breve tempo possibile.

Dal complesso di alcune esperienze da me antecedentemente eseguite sembravami rilevare,

- 1.º Che esistevano de' corpi più o meno atti a tramandare calorico allorchè venivano strofinati;
- 2.º Che ognuno di essi ne tramandava in maggior dose allorchè veniva strofinato con certi corpi di minore durezza.

Di tale virtù mi comparivano dotati varj metalli, e specialmente il ferro, l'acciajo, il rame, l'ottone, lo zinco, lo stagno, il piombo ed il bismuto; ma senza più diligentati esperimenti non me ne poteva accertare.

Presi pertanto una girella d'acciajo ben pulita e tersa, del diametro circa di quattro dita traverse, e fissatala sopra un albero a punta, colla ruota di un tornio la feci velocemente girare. In questo mentre andava colla mano poggiando ad una ad una sulla circonferenza di essa alcune verghette che aveva formate cogl' indicati metalli, egualmente lunghe e grosse, e contemporaneamente osservando un pendolo a secondi, confrontava il tempo che ciascuna presso a poco richiedeva per iscarsi a segno da scottarmi.

Siffatto modo di sperimentare non era certamente quello che appagare potesse la diligenza di un fisico, e tanto più perchè negligentati venivano due elementi troppo essenziali a conoscersi nel caso mio. Erano questi lo sforzo che faceva, ossia la pressione che esercitava contro quella girella tenendovi sopra le accennate verghette ed il numero dei rivolgimenti che essa eseguiva in un determinato tempo.

Anche la forza motrice che in quell'azione impiegava era utilissimo il sapersi, ma siccome dopo questi tentativi mi proponeva di farne altri molto più in grande, e da questi rilevare più esattamente la quantità, perciò ne trascurai l'osservazione.

Non ostante un tal fare non riuscì del tutto inutile al caso mio, anzi fummi di giovamento non piccolo per la scoperta seguente che mi produsse.

Mentrechè sulla girella ruotante appoggiata teneva una delle indicate verghette accadde che più presto del solito mi sentii scottare. Cercando di ciò la cagione, trovai che quando con essa premeva l'angolo tagliente della circonferenza, maggior copia di calorico sviluppavasi nello stesso tempo di quando appoggiava sul piano di essa. La differenza era troppo grande perchè non dovessi subito rimarcarla, e specialmente operando colla verghetta di stagno, la quale più presto fondevasi nel luogo di contatto, di quello che impiegava il calorico ad alterare sensibilmente la temperatura naturale di tutta la sua piccola massa.

Varie riflessioni andava fra me facendo per rendermi ragione di sì curioso accidente, ma, alla fine parvemi, dovere concludere che essendo l'angolo di quella girella alquanto tagliente, col suo girare smangiava a poco a poco la parte della verghetta che toccava, e vi s'insinuava addentro a guisa di un cuneo, e con tal forza ed agguistatezza che era impossibile altrimenti, e perciò queste parti venendo a combaciare esattamente fra loro, aumentavasi lo sfregamento, e quindi sviluppavasi maggiore quantità di calorico di quando la verghetta era sfregata dal piano della circonferenza della medesima girella. Dal che dedussi,

1.° Essere maggiore lo sviluppo del calorico ogni e qualunque volta si aumenta il numero dei punti di contatto tra i corpi sfreganti;

2.° Che per isfregare il maggior numero di punti richiedesi, oltre alla pressione, anche elasticità di parti;

3.° Che questa pressione può forse in parte compensare la velocità.

Per proseguire adunque con saldo metodo verso il fine del mio assunto non doveva soltanto rinvenire il corpo che tramandare potesse la maggiore quantità di calorico nel più breve tempo possibile, ma bensì anche tentare se per eccitarlo maggiormente fosse più propizia la pressione della velocità o viceversa.

Eccomi dunque a delle esperienze quanto nuove, altrettanto delicate, e per le quali mi era indispensabile il combinare l'ordigno che sono per descrivere.

In primo luogo dovendo io conoscere esattamente la velocità con cui avrei potuto sfregare un corpo contro di un altro, doveva far uso di un meccanismo il quale mi mostrasse con precisione i tempi e gli spazi percorsi in essi tempi dai corpi confricanti mediante una forza motrice sempre costante ed anche suscettiva di essere aumentata e diminuita a volontà secondo le circostanze.

Secondariamente occorreva di trovare un modo facile onde aumentare e diminuire la pressione tra corpo e corpo.

Finalmente conoscere la quantità di calorico che si sarebbe sviluppata in un determinato tempo sotto una determinata pressione o determinata velocità.

In ordine al primo dato, cioè per avere esatta contezza della velocità de' corpi sfreganti, eseguii un roteggio di due sole ruote stellari, come vedesi nell' annesso disegno *A*, per le quali movevasi circolarmente l' asse verticale a spira *b* portante sulla sua estremità superiore un cilindretto di legno tenero *E* destinato a sfregare col suo movimento i metalli che voleva sperimentare. Questo cilindretto eseguiva sessanta rivolgimenti nel tempo che la manivella *L* applicata all' asse della prima ruota faceva un solo giro.

Pel secondo dato, cioè onde raccogliere e misurare il calorico che si sarebbe sviluppato a cagione dello sfregamento, feci appoggiare sulla testa di questo cilindretto il fondo di un bicchiere di legno *f* tenuto verticale dagli appoggi *gg*, il quale fondo era costituito dal pezzetto di metallo che voleva sperimentare, e conformato in tal guisa che perfettamente combaciava colla testa di esso cilindretto, essendo questa convessa, e concavo l' altro. In questo bicchiere poneva per ciascun esperimento sempre una stessa quantità d' acqua.

Per conoscere in fine la pressione che impiegava, sopra il detto bicchiere poneva un peso di piombo *H*, che variava a volontà.

I tempi mi venivano indicati da un orologio a secondi morti che teneva avanti di me all' atto di sperimentare.

Il sistema di queste esperienze dovendo essere comparativo soltanto, per ogni esperimento poneva il tutto nelle medesime circostanze, ad eccezione del peso o della velocità di cui voleva riscontrare gli effetti.

Tutto questo apparecchio dunque serviva a far sì che il cilindretto indicato colla sua testa sfregasse il fondo del bicchiere che vi posava sopra a guisa di cappello, e che il calorico sviluppatosi per tale confrazione passasse nell' acqua contenuta entro lo stesso bicchiere, nella quale poi infondeva il termometro o onde riconoscerne la temperatura.

Ma per vie più apprezzare la precisione con cui operava conviene sapere che tutti i pezzi di metallo o cappelletti da sperimentarsi erano stati formati con una stampa, in modo che uno era perfettamente simile all' altro tanto nella conformazione che nelle dimensioni;

Che questi li fermava nel fondo dello stesso bicchiere attaccandoveli con mastice resistentissimo in modo che l' acqua postavi sopra non poteva da veruna parte trapelare;

Che per far agire colla velocità che voleva il detto cilindretto mi era esercitato ad uniformare il giro della manivella *L*, che guidava colla mano, allo scatto della lancetta dell' orologio indicato, di modo che in un secondo riusciva ad eseguire con facilità e precisione o un giro intiero della detta manivella, o un mezzo giro, soltanto.

Allorchè dunque voleva preparare l' esperimento, attaccava al fondo del bicchiere *f* il cappelletto rappresentato, dalla lettera *m*. Indi misurava nello stesso bicchiere tant' acqua, che arrivasse al punto *n*, e messovi sopra il peso di piombo *H*, lasciava che il termometro *o* immerso in quell' acqua me ne indicasse la temperatura. Copriva poscia le pareti esterne dello stesso bicchiere con una flanella, come anche il signor Rumford aveva praticato per altre esperienze, e ciò per far sì che si perdesse la minore parte possibile di calorico, al quale oggetto aveva anche espressamente costruito in legno l' indicato bicchiere.

Disposto in tal guisa l' apparecchio, per cominciare l' esperimento operava nel modo seguente: impugnando la manivella *L* stava attento al movimento della lancetta dei secondi, ed allorchè questa principiava il giro d' un minuto, al segnar d' ogni secondo eseguiva un rivolgimento colla stessa manivella, e così proseguiva esattamente finchè quella lancetta avesse compito il tempo d' un minuto primo. Allora io cessava dal girare la manivella, e subito osservando il termometro vedeva col segnare di esso sino a qual grado erasi riscaldata l' acqua entro al bicchiere. Segnava immediatamente questo grado, e se piacevami di proseguire l' esperimento, senza perder tempo ricominciava nella stessa guisa ad operare. Se poi doveva cambiare metallo, o peso, o velocità, allora cambiava anche l' acqua nel bicchiere per partire sempre da una medesima temperatura.

Così facendo, per continui confronti e ripetizioni potei formare la seguente tabella, in cui sono registrate le eseguite esperienze.

Questa mostra la quantità di calorico che con varie velocità del cilindretto strofinatore *E* si è sviluppato dai diversi metalli nel tempo di due minuti primi sotto diverse pressioni, come pure il metallo che più ne ha somministrato; inoltre che la pressione è più utile allo sviluppo del calorico di quello che lo sia la velocità.

Il primo metallo che sperimentai fu il ferro. Questo strofinato colla velocità di mezzo giro di manivella a secondo, ciò che faceva eseguire trenta rivolgenti nello stesso tempo allo strofinatore, premuto il bicchiere da un peso di libbre due di once 12 nel tempo di due minuti primi o sieno 120 secondi, col suo calorico fece elevare la temperatura dell'acqua, che era di gradi 15, a gradi 16; indi da 16 nello stesso tempo a gradi 17, ecc.

Dal confronto delle risultanze in questa tabella notate apparisce,

1.^o Che di tutti i metalli sperimentati, che sono il ferro, l'acciajo, il rame, l'ottone, lo stagno, il piombo, lo stagno mescolato collo zinco e col bismuto, il piombo collo zinco e col bismuto insieme, quello che ha dato più calorico fu sempre il piombo;

2.^o Che la pressione è più utile allo sviluppo del calorico di quello che lo sia la velocità, come risulta dalla comparazione seguente:

Il ferro, esempigrazia (e valga per gli altri metalli) nei primi quattro esperimenti della durata di due minuti ciascuno, mediante la velocità di mezzo giro di manivella a secondo e colla pressione sul bicchiere di sole due libbre, ha fatto ascendere la temperatura dell'acqua da gradi 15 fino a gradi 20.

Negli altri quattro, in cui la velocità fu raddoppiata e mantenuta costante la pressione delle indicate due libbre sopra il bicchiere, il termometro ascese a soli gradi 21 $\frac{1}{2}$.

In fine negli ultimi quattro, in cui fu raddoppiata la pressione e ridotta la velocità come nel primo caso a solo mezzo giro di manivella a secondo, il termometro pervenne a segnare il grado 23 $\frac{1}{2}$, cioè un grado e $\frac{1}{2}$ più che nell' antecedente esperienza.

Tale risultanza si osserva costantemente nelle altre esperienze eseguite sopra tutti gl' indicati metalli.

Avendo io dunque perciò conosciuto di qual metallo doveva far uso per ottenere la maggior quantità di calorico in un determinato tempo, come pure che a preferenza della velocità doveva impiegare la pressione per lo stesso oggetto, con tali nozioni passai ad occuparmi della costruzione dell' ordigno che bisognava combinare per l' oggetto che mi era proposto.

Formai pertanto un cannello di piombo lungo due dita e di un pollice circa di vòto, un poco più largo da una parte che dall'altra a guisa di cono, e chiuso perfettamente dalla parte più stretta. Saldai questo cannello orizzontalmente entro un vaso di latta che conteneva circa a libbre 10 d'acqua, ma più vicino al fondo che fosse possibile, lasciandone avanzar fuori delle parti del detto vaso soltanto le estremità.

Per aver uno strofinatore elastico e più durevole del legno infilai in un alberetto di ferro molti pezzetti di carta, che con una vite formata sull'estremità dello stesso albero compressi contro un appoggio solidissimo fissato sull'altra. Poscia lo feci tornire sì esattamente che giusto entrava in quel cannello, e tutte ne toccava ad un tempo le interne pareti.

Ciò fatto, lo fissai sull'asse di un torno in aria, che girato a forza d'acqua eseguiva circa a 400 rivolgenti per minuto prinio. Avendovi poscia aggiustato il detto vaso pieno d'acqua, volli provare,

- 1.° Se quest'acqua con tal mezzo riscaldavasi a segno da bollire;
- 2.° Se quel metallo resisteva ad una lunga confricazione, del che dubitava, e se sarebbe stato per conseguenza suscettivo di adoperarsi per una macchina in grande, che mi proponeva costruire in appresso per isaldare una ragguardevole massa d'acqua.

Relativamente al primo intento, fatto agire il meccanismo, osservai con piacere che l'acqua cominciava presto a bollire.

In quanto al secondo, che non l'aveva sbagliata giudicando quel metallo di poca resistenza all'uso pratico al quale voleva farlo servire; poichè nell'atto di essere strofinato formavasi internamente certa polvere granellosa, nera, la quale, a mio credere, altro non era che particelle di piombo ossidate, le quali poi trovai talmente dure e resistenti, che strofinando con esse dell'acciajo anche temprato, vidilo divenire lucido, come se fosse stato pulito col più fino smeriglio o col rossetto, d'Inghilterra.

Questa polvere dunque, mentre formavasi in quel cannello, smangiava prestissimo le interne pareti di esso, e così guastavane la cavità.

Dovetti per tale inconveniente rivolgermi ad altri metalli, e fra questi prescelsi l'ottone, come quello che offriva maggiore facilità nel lavorarsi, e che somministrava sufficiente quantità di calorico.

Feci costruire pertanto un simile cilindretto con questo metallo, ed aggiustatolo col solito strofinatore al noto vaso lo feci girare dall'indicato torno, e nel tempo di 12 minuti circa vidi bollire l'acqua che aveva posta in quel vaso. Ma essendomi accorto che grandissima quantità di calorico andava dispersa, copersi le pareti del vaso con una flanella, come nell'altra esperienza aveva fatto. Allora quell'acqua, con mia sorpresa, in 7 minuti circa si pose a bollire, e con tale forza che presto presto tutta si evaporò. In questa occasione mi è sembrato rimarcare che l'evaporamento dell'acqua sia maggiore riscaldata così, che quando lo è dal fuoco comune; ma ciò ha bisogno di conferma.

Persuasos adunque di avere conseguito il mio fine, pensai a disporre la costruzione in grande di una simile macchina, colla quale scaldare una ragguardevole massa d'acqua da servire a qualche trattura di seta o all'uso di pubblici bagni.

Per darle moto aveva già destinato servirmi della corrente di un molino che reputava sufficientissima a quell'azione.

Mi posi pertanto all'opera, ed avendo costruito un tubo conico di ottone della lunghezza di un metro, avente la cavità massima di due decimetri, lo posi, come sopra, sul fondo di un tino di legno contenente circa dodici brente d'acqua, ed aggiustatolo alla ruota di un molino che eseguiva settantacinque rivolgimenti per ogni minuto primo, cominciai a sperimentarne l'effetto.

Ma quante volte non ci troviamo noi ingannati nelle cose meccaniche; allorchè dal piccolo vogliamo condurle al grande! La natura, che sovente risponde alle piccole interrogazioni del fisico, quasi sempre pare che si ricusi di rispondere colla stessa compiacenza a quelle del meccanico; ed è perciò che la maggior parte dei ritrovamenti più belli svaniscono nella mano anche dell'abile artista tostochè tenta adoprarli ai grandi usi o comodi di nostra vita.

In tale dispiacevole circostanza mi trovai pure io nell'eseguire l'esperimento seguente, che pei risultamenti degli antecedenti, riteneva quasi di sicuro esito; nè alcun poco avrei dubitato di questo se non avessi saputo per fatto che in meccanica non dobbiamo mai lusingarci di conseguire gli effetti, anche i più patenti, prima di averli realmente ottenuti, e per lungo tempo provati.

Finalmente ritornando al mio subbietto, diedi l'acqua all'indicata ruota, ed avendo fatto agire per essa lo strofinatore del tubo, nel tempo di due ore non fu possibile di elevare la temperatura dell'acqua della tina oltre ai 22 gradi, avendone prima 16 soltanto.

Qual fosse la cagione di ciò, non lo saprei indicare, sebbene allora ne attribuii molta all'evaporamento dell'acqua medesima ed al freddo, dell'atmosfera. Ma più che ad ogni altro però sembrami adesso doverne dare alla cattiva esecuzione del tubo, il quale non essendo stato ben pulito internamente, lo strofinatore non toccava in tutti i punti, e lo sviluppo del calorico era perciò piccolo e sì debole per iscaldare quella ragguardevole massa d'acqua, come appunto lo sarebbe stato il fuoco di una candela o di una lucerna.

Dopo replicate prove fui finalmente costretto di smontare questa macchina coll'idea di tentarne il perfezionamento.

Ma fin qui non ho potuto occuparmene, sebbene ne abbia sempre avuto la volontà.

Ognuno di voi vede, o signori, di quale utilità sarebbe una tale macchina per gli usi economici, specialmente di varj opificj nei quali si fa uso dell'acqua bollente o calda. Anche il signor Rumford, per le sue esperienze eseguite nell'arsenale di Monaco con principio diverso da quello che io ho adottato, ne conobbe l'importanza; ma anche egli, per quanto appare da' suoi scritti, forse fu arrestato dalle difficoltà che presenta l'uso pratico di essa.

Io però, chiarissimi colleghi, persisto nella massima di farne ulteriori tentativi, ed in seguito avrò cura di rendervi nel miglior modo edotti di quanto avrò per essi conseguito.

Tabella dimostrante la quantità di calorico sviluppatosi in varj determinati tempi per varie determinate velocità e pressioni mediante lo sfregamento dei qui sotto indicati metalli.

N.B. Il pezzo sfregante era riportato sull'asse di un roteggio che eseguiva 60 giri per ogni giro della manivella movente.

	Da gradi	Ferro.	Acciajo	Rame.	Ottone.	Zinco.	Stagno	Piombo	Stagno Zinco Bismut	Piombo Zinco Bismut	Temperatura natu- rale dell'acqua.
Nel tempo di due minuti primi, colla velocità di mezzo giro di manivella per ogni secondo, e colla pressione di libbre due millesimi.		15½	16	16	15½	16	16	16	15½	16	
	a	16½	18	17	16½	19	16½	19	15½	16½	
	a	17½	19	18	17½	20	17½	20½	16½	17½	
	a	18	20	19	19½	21	18	22	17	18½	
	a	19	21	19½	20	22	18½	23	18	18½	

Segue con doppia velocità nello stesso tempo e colla stessa pressione.

	Da	16	16	16	16	16	16	16	16½	16
a	17½	18	18	17½	20	17	23	17½	17½	
a	19	19	19½	20	22	18½	27	18½	18½	
a	20½	20	21	21½	23½	20	31	19½	19	
a	21½	22½	22½	23½	24	21½	33	21	20½	

Segue con doppia pressione e colla stessa velocità nel medesimo tempo.

	Da	16	16	16	16	16	16	16	15½	16
a	18½	18½	19	19	21	17½	24	17	18½	
a	20½	21½	21	21½	22½	18½	27	18½	20½	
a	21½	23	23	23½	24	20	30	19½	21	
a	23½	25	24½	24½	25½	22½	35	22	22½	

Handwritten text, mostly illegible due to extreme fading and bleed-through from the reverse side of the page. The text appears to be organized into several paragraphs, with some lines being more distinct than others. The ink is very light, and the paper shows signs of age and wear.

